

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002106683
PUBLICATION DATE : 10-04-02

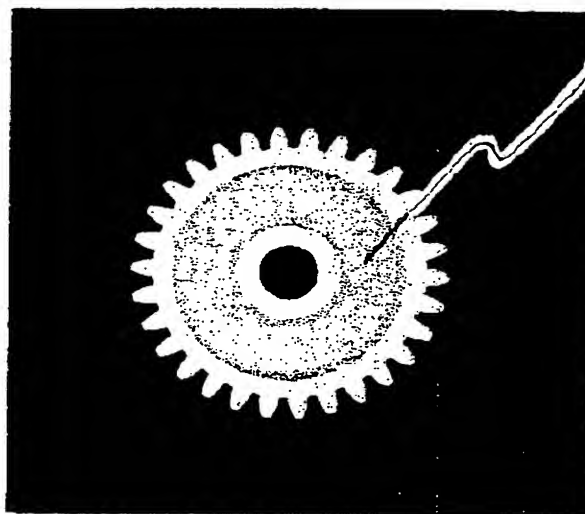
APPLICATION DATE : 27-09-00
APPLICATION NUMBER : 2000293276

APPLICANT : ASAHI KASEI CORP;

INVENTOR : TAKENAKA YASUO;

INT.CL. : F16H 55/06 B29C 45/57 B29C 45/77 //
B29K 59:00 B29K 77:00 B29L 15:00

TITLE : MOLDED GEAR OF CRYSTALLINE
RESIN COMPOSITION AND INJECTION
MOLDING METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the gear accuracy of a molded gear made of the crystalline synthetic resin without limiting the molecular weight and composition of the crystalline resin represented by the POM resin and the PA resin, and without hindering a degree of freedom in gear design.

SOLUTION: This molded gear has a foaming part inside thereof, and has a non-foaming layer a 500 μ m or more of thickness in a surface layer thereof. Apparent specific gravity of a molding exists in a range at 95-99.5% of the specific gravity of a crystalline resin composition (polyamide resin, polyacetal resin), and CO₂ at 0.2% by weight or more is dissolved or absorbed in the crystalline resin composition, and this crystalline resin composition is filled in a mold cavity adjusted at a pressure value in a range from the atmospheric pressure to 1.5 MPa. Thereafter, the resin is pressurized by the pressure at 30-85% of the filling pressure and maintained in this condition.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-106683

(P2002-106683A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002.4.10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F 1 6 H 55/06

B 2 9 C 45/57

45/77

// B 2 9 K 59:00

77:00

F I

F 1 6 H 55/06

B 2 9 C 45/57

45/77

B 2 9 K 59:00

77:00

タームコード* (参考)

3 J 0 3 0

4 F 2 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-293276 (P2000-293276)

(22) 出願日

平成12年9月27日 (2000.9.27)

(71) 出願人 000000033

旭化成株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72) 発明者 古谷 紀彦

神奈川県川崎市川崎区夜光1丁目3番1号

旭化成工業株式会社内

(72) 発明者 竹中 保雄

神奈川県川崎市川崎区夜光1丁目3番1号

旭化成工業株式会社内

Fターム (参考) 3J030 AC02 BA01 BC01 BC08

4F206 AA23 AA29 AH12 AM34 AR02

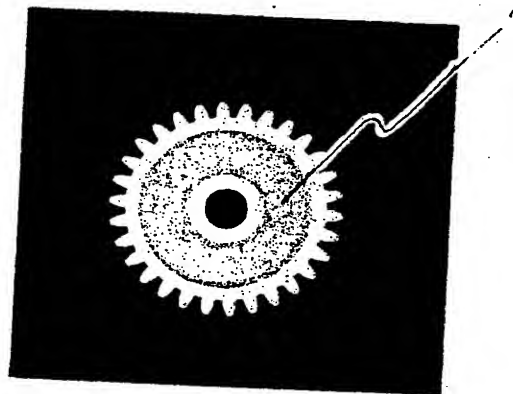
JA07 JL02 JM04 JM05

(54) 【発明の名称】 結晶性樹脂組成物による成形歯車およびその射出成形方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 POM樹脂、PA樹脂に代表される結晶性樹脂の分子量の大きさ、樹脂組成を制限することなく、歯車デザインの自由度を損なわずに、結晶性樹脂による成形歯車に求められている歯車精度を向上させる。

【解決手段】 成形歯車が内部に発泡部分を有し、かつ、表層部に500 μ m以上の厚さである非発泡層を有し、成形品の見かけ比重が、結晶性樹脂組成物 (ポリアミド樹脂、ポリアセタール樹脂) が有する比重の95~99.5%の範囲であり、結晶性樹脂組成物に0.2重量%以上のCO₂を溶解又は吸収させ、大気圧以上、1.5MPa以下に調節された金型キャビティへ充填した後、充填圧の30~85%の圧力で樹脂を加圧保持する。成形歯車とその射出成形方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 成形歯車が内部に発泡部分を有し、かつ、表層部に500 μ m以上の厚さである非発泡層を有し、該成形品の見かけ比重が、該結晶性樹脂組成物が有する比重の95～99.5%の範囲であることを特徴とする結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車。

【請求項2】 成形歯車の内部に有する発泡部分が、結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させることにより形成されることを特徴とする請求項1に記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車。

【請求項3】 結晶性樹脂組成物に、0.2重量%以上の二酸化炭素を溶解または吸収させ、金型キャビティへ充填した後、充填圧の30～85%に相当する圧力により樹脂を加圧保持することにより得られることを特徴とする、請求項1または2に記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車。

【請求項4】 結晶性樹脂組成物が、少なくともポリアセタール成分を含む、ポリアセタール樹脂であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車。

【請求項5】 結晶性樹脂組成物が、少なくともポリアミド成分を含む、ポリアミド樹脂により得られることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車。

【請求項6】 結晶性樹脂組成物に、0.2重量%以上の二酸化炭素を溶解または吸収させ、金型キャビティへ充填した後、充填圧の30～85%に相当する圧力により樹脂を加圧保持することを特徴とする請求項1に記載の成形歯車の射出成形方法。

【請求項7】 熔融状態にある結晶性樹脂組成物を、大気圧以上、15MPa以下に調節または保持された金型キャビティへ充填することを特徴とする請求項6に記載の成形歯車の射出成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、結晶性樹脂組成物による成形歯車とその射出成形方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、ポリアセタール（以下「POM」と略す）樹脂、ポリアミド（以下「PA」と略す）樹脂など、結晶性樹脂による射出成形歯車は、非晶性樹脂と比較して成形収縮率が高い、成形後結晶化の進行に伴って成形歯車の体積が徐々に小さくなる、熔融時の粘度が低い、結晶化による体積収縮が大きい、融点を境に流動性が極端に変わるなどといった特徴から、製品設計、金型設計、成形条件に制約を受けることが多く見られた。

【0003】 例えば、POMは成形収縮率が1.8～2.2%程度と比較的大きく、これが射出成形しにくい理由のひとつであるが、成形条件による成形収縮率の変

動が大きい、成形後に寸法が安定するまで長時間を要するなど、ギアなどに代表される精密部品に応用する際に問題視される部分が多いといえる。一方、歯車は、自動車、一般機械、精密機械、電機・電子機器などの各分野の機構部品として幅広く利用されている。最近の傾向としては、生産性に優れる、軽量である、錆びないという理由から、結晶性樹脂による歯車の利用範囲が拡大している。さらに、各分野のハイテク化、特にOA機器の普及と一般化により、結晶性樹脂製歯車に対する寸法精度の要求が高度化してきており、これに応えることが技術的な課題となっている。

【0004】 金属から結晶性樹脂へと材料代替をさらに進めるためには、結晶性樹脂製歯車の精度、強度、製品寿命などを金属製歯車と同じレベルで確保することが困難であることが問題となる。従って、これを解決して金属製歯車のレベルに近づけることが、金属製歯車から結晶性樹脂製への材料代替を進める際の課題といえる。結晶性樹脂製による歯車の精度を向上させるためには、ゲート点数を多くする、肉厚をできるだけ薄く、また、均一にすることなどにより、成形歯車の変形を抑え、収縮が均一になるような製品設計、金型設計が一般的に行われている。

【0005】 使用される結晶性樹脂についても、改良が重ねられている。最近では、樹脂の分子量を小さくすることにより高い流動性を確保し、流動末端部分まで均一な圧力が伝達しやすいように配慮された例も見られる。しかし、一般的に分子量の小さい結晶性樹脂は、剛性が向上する反面、靱性、耐衝撃性が低下するほか、繰り返し荷重などによる疲労に対する寿命も短くなる傾向にある。このように、樹脂の特性を犠牲にしながら、製品化された成形歯車の例も少なくない。

【0006】 歯車強度を確保するためには、製品肉厚を厚くすることが考えられる。具体的には、歯幅を広げる、ウェブを厚くするなどのデザイン変更が考えられる。しかし、肉厚形状である成形歯車は、成形後の体積収縮の絶対量が増加するため成形歯車表面にヒケが発生しやすいほか、射出成形時の充填圧が不均一になり変形しやすいといった不具合の発生が懸念される。一方、結晶性樹脂製による歯車の製品寿命を延ばすためには、用いられる結晶性樹脂の分子量を大きくすることが必要である。しかし、結晶性樹脂では、分子量に比例して樹脂の粘度は高くなり、従来の射出成形法では、使用される樹脂の熔融粘度に比例して射出圧力、充填圧が変化する。

【0007】 熔融粘度が高い樹脂は、樹脂射出時に高い射出圧力が必要であり、これは成形歯車に歪みを多く残留させる結果となる。この成形歯車に残留する成形歪みは、「残留歪み」ともいわれる。この残留歪みは成形後、徐々に緩和するが、これは、成形歯車の変形、収縮によることが多い。これは、金型構造、成形条件などが

適切でない場合にも見られる。また、金型キャビティ内に充填された樹脂にかかる圧力は均一であることが好ましいが、ゲート付近と流動末端部では圧力分布が不均一な場合がある。これは、流動末端部分へ十分な圧力が伝達しにくいことを意味し、流動末端部分の外観不良、ボイドの発生、ヒケの発生、成形収縮の拡大や不均一などの原因となる。

【0008】従って、樹脂を金型キャビティへ充填する際には、残留歪みが残りにくい適度な圧力が、キャビティ全体に均一に伝達することが好ましいといえる。成形歯車の歪みが少なく、寸法精度を向上させる射出成形方法としては、射出成形時の樹脂温度設定を高くして樹脂の熔融粘度を低下させることが考えられる。通常、結晶性樹脂を成形する際の樹脂温度の設定幅は、非結晶性樹脂のそれより狭い。通常は融点より5～30℃高い範囲、多くは融点より10～20℃高い範囲で実施される。

【0009】これは、融点より5℃程度高い温度領域までは樹脂の粘度が高いため、充填が困難であるほか、樹脂の熔融が十分ではなく、熔融部分と未熔融部分が混在しやすい温度領域といえる。成形歯車中に未熔融部分が混入した場合には、強度低下などの不具合が懸念される。一方、成形時の樹脂温度が融点より30℃以上高い温度領域では、樹脂の分解を促し、成形歯車表面にシルバー（または「銀条痕」）と呼ばれる外観不良、成形歯車自体の変色が発生する恐れがあるほか、発生した分解ガスにより金型の汚れが発生しやすくなる。これは、樹脂の劣化不具合の発生が心配されるほか、作業環境の悪化、金型の分解掃除作業の発生など、作業性の低下を招くため好ましくない。従って、粘度の高い結晶性樹脂の流動性を向上させるために樹脂温度を高くする方法には、限界があるといえる。

【0010】また、樹脂温度設定を高くすることにより、冷却固化する際に樹脂自体の容積変化量が大きくなるため、ヒケ、ボイドなどの発生原因になりやすいほか、樹脂の冷却に時間を要するため、生産性の低下が懸念される。一方、金型温度を高くすることにより、金型キャビティ内での樹脂温度の低下、粘度の上昇を抑えることができる。しかし、金型温度を高くした場合には、金型内に充填された樹脂の冷却時間が長くなるため、必然的に成形サイクル時間が長くなるほか、取り出し時の成形歯車寸法が小さくなるといった問題が発生しやすい。

【0011】また、金型温度を高めた射出成形で、冷却時間が十分でなく、樹脂の冷却が不十分である場合には、取り出し時の成形歯車温度が高い状態にある。このため、金型から成形歯車を取り出した後、成形歯車自体の温度が雰囲気温度まで徐々に下がるまでの間に、体積収縮や、自重による変形を発生する恐れがある。これは寸法精度を悪化させる原因となり、好ましくない。一

方、高速射出成形法、ガスアシスト成形法等の新たな成形方法が、寸法精度と寸法安定性を向上させた結晶性樹脂の射出成形方法として提案されている。

【0012】高速射出成形法は、結晶性樹脂を高速で射出することにより、金型からの冷却による熔融粘度上昇を防ぐと共に、高いせん断力で熔融粘度を低下させ、キャビティ内の圧力差を小さくする効果がある。また、射出時間の減少効果も得られ、生産性も向上する。しかし、せん断発熱による樹脂の劣化、高速射出によるバリの発生、金型キャビティ端部のガス溜まりでの断熱圧縮による樹脂ヤケの発生などに留意する必要がある。

【0013】ガスアシスト成形法は、一般的には樹脂中に圧縮されたガスを注入することにより、成形歯車内に中空部を形成する。この圧縮ガスにより成形歯車内部から保圧効果を持たせ、成形歯車のヒケの発生を抑える効果がある。圧縮ガスによる保圧効果は、通常の射出成形法における保圧と比較して低圧であるほか、流動末端部分までが保圧の効果が期待できる。このため、残留歪みが少なく、反りなど成形歯車の変形も低減でき、寸法精度が向上することが期待できる。しかし、成形歯車の形状によっては、ガスの注入口の設置場所に制限を受ける場合があり、その効果を十分に発揮できない場合がある。

【0014】ガスアシスト成形法、中空射出成形方法による樹脂製歯車については、特開平4-299113などにその製造方法とともに技術開示されている。しかし、上記、ガスアシスト成形法、中空射出成形法による樹脂背歯車は、中空部を歯車の全周に渡って均一、もしくは、効果的に形成させることが困難であるため精度を向上させることが困難であるほか、肉厚のコントロールが困難であるため強度を確保することが困難であるといえる。

【0015】一方、J. Appl. Polym. Sci., Vol. 30, 2633 (1985) など、多くの文献に示されるように、二酸化炭素を樹脂に吸収させると、樹脂の可塑剤として働き、ガラス転移温度を低下させることが知られているが、樹脂の成形加工に広く応用されるには至っていない。特開平5-318541号公報には、二酸化炭素や窒素などのガスを熱可塑性樹脂中に含ませ、キャビティ内のガスを除去しながら該樹脂をキャビティに充填することで、熱可塑性樹脂の流動性を向上させ、強度や外観低下のない成形歯車を得る方法が示されている。しかし、この方法は、ガスに二酸化炭素を使用した場合、最大でも約0.18重量%と樹脂中に含まれるガスの量が少なく、十分な流動性向上の効果を得ることは難しく、高い寸法精度と寸法安定性を得ることは難しいといえる。

【0016】また、WO98/52734号公報には、熱可塑性樹脂の射出成形において、二酸化炭素を0.2重量%以上溶解して粘度を低下させた熔融樹脂を、あら

かじめ溶融樹脂のフローフロントで発泡が起きない圧力以上に二酸化炭素などのガスにより加圧状態に保った金型キャビティに充填する方法が示され、型表面の再現性、光沢度の向上、ウェルドラインが目立たなくなる、型表面のシャープエッジの再現性、微細な型表面の凹凸の再現性などに対して効果的であることが記載されている。

【0017】しかし、該公報の実施例などに記載されている、樹脂を金型キャビティへ充填した後、樹脂を加圧保持する工程を有するが、この際の圧力（以下「保圧」という）は、充填圧の89～93%の範囲にある。しかし、充填圧の89～93%に相当する保圧は、バリが発生する恐れがあるほか、成形品に内部に発泡部分が形成されにくく、ヒケ、反りなど、主に成形後に発生する不具合を解決することが困難である。また、成形収縮率の大きい結晶性樹脂成形歯車による成形歯車の精度、強度を向上させる具体的な方法を開示するには至っていない。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、POM樹脂、PA樹脂に代表される結晶性樹脂の分子量の大きさ、樹脂組成を制限することなく、歯車デザインの自由度を損なわずに、結晶性樹脂による成形歯車に求められている歯車精度を向上させることを課題とする。具体的には、本発明は、金型キャビティへの充填が容易であり、寸法の長期安定性を確保し、歯車精度を向上し、より肉厚である成形歯車への応用を可能とすることにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】具体的には、本発明者等は、POM樹脂、PA樹脂に代表される結晶性樹脂組成物の流動性、樹脂組成を制限することなく、歯車デザインの自由度を損なわずに、内部に発泡部分を有し、成形歯車の見かけ比重が用いられる結晶性樹脂の95～99.5%である成形歯車が、結晶性樹脂による成形歯車に求められている歯車精度を向上させることを課題とする。

【0020】そこで、本発明者等は、金型キャビティへの充填が容易であり、歯車精度を向上し、加熱処理や冷熱サイクル処理による寸法変化量が少ない成形歯車を得るべく、また、より肉厚である成形歯車への応用を可能とすべく、検討した。その結果、内部に発泡部分を有し、成形歯車の見かけ比重が用いられる結晶性樹脂の95～99.5%である成形歯車が、結晶性樹脂による成形歯車に求められている歯車精度を向上させることを見だし、本発明を完成するに至った。

【0021】即ち、本発明は、1. 成形歯車が内部に発泡部分を有し、かつ、表層部に500 μ m以上の厚さである非発泡層を有し、該成形品の見かけ比重が、該結晶性樹脂組成物が有する比重の95～99.5%の範囲で

あることを特徴とする結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車、

2. 成形歯車の内部に有する発泡部分が、結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させることにより形成されることを特徴とする上記1に記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車、

【0022】3. 結晶性樹脂組成物に、0.2重量%以上の二酸化炭素を溶解または吸収させ、金型キャビティへ充填した後、充填圧の30～85%に相当する圧力により樹脂を加圧保持することにより得られることを特徴とする、上記1または2に記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車、

4. 結晶性樹脂組成物が、少なくともポリアセタール成分を含む、ポリアセタール樹脂であることを特徴とする上記1から3のいずれかに記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車、

【0023】5. 結晶性樹脂組成物が、少なくともポリアミド成分を含む、ポリアミド樹脂により得られることを特徴とする上記1から3のいずれかに記載の結晶性樹脂組成物により得られる成形歯車、

6. 結晶性樹脂組成物に、0.2重量%以上の二酸化炭素を溶解または吸収させ、金型キャビティへ充填した後、充填圧の30～85%に相当する圧力により樹脂を加圧保持することを特徴とする上記1に記載の成形歯車の射出成形方法、

7. 溶融状態にある結晶性樹脂組成物を、大気圧以上、15MPa以下に調節または保持された金型キャビティへ充填することを特徴とする上記6に記載の成形歯車の射出成形方法、に関する。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明について、以下具体的に説明する。本発明において結晶性樹脂組成物とは、分子鎖が規則正しく配列して三次元構造を形成し、固有の融点を有する熱可塑性樹脂を主成分とする組成物であり、融点以下では規則正しい結晶構造を有するが、融点以上ではその結晶性を失って、液体状態となる熱可塑性樹脂を主成分とする組成物を指す。

【0025】具体的には、ポリアセタールまたはポリオキシメチレン（以下「POM」と略す）樹脂、PA樹脂、ポリエチレンテレフタレート（以下「PET」と略す）樹脂、ポリブチレンテレフタレート（以下「PBT」と略す）樹脂、高密度ポリエチレン（以下「HDPE」と略す）樹脂、低密度ポリエチレン（以下「LDPE」と略す）樹脂、直鎖状低密度ポリエチレン（以下「LLDPE」と略す）樹脂、ポリエーテルエーテルケトン（以下「PEEK」と略す）樹脂、ポリプロピレン（以下「PP」と略す）樹脂などが考えられる。

【0026】本発明に用いられる結晶性樹脂組成物としては、機械的強度に優れ、耐熱温度の高い成形歯車を得られやすい点から、POM成分を含むPOM樹脂、PA

成分を含むPA樹脂が好ましいといえる。ここで、POMとは、POM・ホモポリマー、POM・コポリマーの区別はなく、また、POM分子の末端部分に、潤滑性ポリマー、シリコンなどの他成分を化学的に結合させたPOM・ブロックコポリマーであってもよい。

【0027】また、PAとは、PA6、PA66、PA610、PA11、PA12など、酸アミド結合を有する高分子化合物を指す。本発明における結晶性樹脂組成物とは、上記に示した結晶性樹脂を主成分とし、1種類以上の特性の異なった樹脂を混合して得られるポリマー・アロイであってもよい。上記主成分となる結晶性樹脂と混合して用いることのできる特性の異なった樹脂は、該主成分となる結晶性樹脂と同一の分子構造をもつ樹脂成分であって、分子量、分子量分布が異なる樹脂成分であってもよいし、分子構造が異なる他の樹脂成分でもよい。

【0028】上記主成分となる結晶性樹脂と混合して用いることのできる特性の異なった樹脂は、該主成分となる結晶性樹脂と相溶可能であれば特に制限はなく、例えば、POM、PA、PP、PET、PBT、PEEK、各種ポリエチレン、ポリスチレン、ABS樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、変性ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルフィド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリアリレート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、液晶ポリマー、ポリテトラフルオロエチレン、熱可塑性エラストマー、ポリ四フッ化エチレン、ポリビニルアルコールなどを挙げることができる。

【0029】また、結晶性樹脂を主成分として、特性の異なった樹脂との混合物の例としては、PA系樹脂とポリフェニレンエーテル（以下「PPE」と略す）系樹脂のポリマー・アロイ（以下「PA/PPE」と略す）、PP系樹脂とPPE系樹脂のポリマー・アロイ（以下「PP/PPE」と略す）などのポリマー・アロイが考えられる。本発明に用いられる結晶性樹脂組成物には、比重、強度を付与することなどを目的として、無機系または有機系の充填剤を添加することができる。

【0030】比重付与剤としては、硫酸バリウム、ベンガラ、タングステン粉など、無機系である塩、酸化物、金属粉などが考えられる。また、強度付与剤としては、ガラス繊維、炭素繊維、金属繊維、アラミド繊維、チタン酸カリウム、アスベスト、炭化ケイ素、セラミック、窒化ケイ素、硫酸バリウム、硫酸カルシウム、カオリン、クレー、パイロフィライト、ベントナイト、セリサイト、ゼオライト、マイカ、雲母、ネフェリンシナイト、タルク、アタルパルジャイト、ウオラストナイト、スラグ繊維、フェライト、ケイ素、カルシウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ドロマイト、酸化亜鉛、石膏、ガラスビーズ、ガラスパウダー、ガラスパルーン、石英、石英ガラス、アルミナなどが考えられる。

【0031】これら無機系または有機系の充填剤の形状は限定されるものではなく、繊維状、板状、球状などが任意に選択できる。また、上記の無機系または有機系の充填剤は、2種類以上を併用することも可能である。また、必要に応じて、シラン系、チタン系などのカップリング剤で、予備処理して使用することができる。本発明の結晶性樹脂組成物に添加される無機系または有機系の充填剤の添加量は限定されるものではないが、該結晶性樹脂組成物の比重を調整する、剛性を向上させる、寸法精度を確保する、反りなどの変形を抑制するなど、添加剤を添加することによる効果を十分に得るためには、5重量%以上の添加量が好ましく、10重量%以上の添加量であることがさらに好ましい。5重量%未満の添加量である場合には、上記に示した充填剤を添加することによる効果が少ない。

【0032】ここで、充填剤の添加量とは、結晶性樹脂組成物の総量を100重量%としたときの割合を言い、充填剤が2種類以上である場合にはその総添加量を言う。本発明において無機系または有機系充填剤の添加量とは、添加される無機物充填材が1種類の場合にはその添加量を指し、2種類以上の場合にはそれらの総添加量を指す。また、無機系または有機系充填剤の添加量は、樹脂成分、無機系または有機系充填剤、その他の添加剤の総量を100重量%としたときの割合を指すものである。

【0033】本発明における結晶性樹脂組成物には、通常使用する添加剤、例えば、酸化防止剤、難燃化剤、離型剤、滑剤、耐熱安定剤、耐候性安定剤、防錆剤、充填材、着色剤、抗菌剤、防カビ剤などを必要に応じて、1種類以上添加することができる。また、その他の添加剤として、炭素繊維、金属繊維、黒鉛のうちの1種類以上を選択することにより結晶性樹脂の電気抵抗値を下げることができる。これは、埃などの小さな粉体が、結晶性樹脂組成物による成形歯車に静電気によって付着することを防止できるため、好適である。

【0034】本発明において、結晶性樹脂組成物による成形歯車は、内部に発泡部分を有し、かつ、表層部には500 μ m以上の厚さを有する実質的に発泡していない非発泡層を有することを特徴とする。該発泡部分は、成形歯車の任意断面を光学顕微鏡などにより10~20倍に拡大、観察した際に、発泡によるボイドまたは、白化現象が確認される部分を指すものである。

【0035】本発明における結晶性樹脂組成物による成形歯車は、内部に発泡部分を有することによって、製品肉厚に対して樹脂部分の実質的な肉厚が薄くなり、体積収縮量が減少するために、成形品の長期寸法精度、寸法安定性が優れると考えられる。また、金型キャビティへ充填された結晶性樹脂が、冷却、固化する際に、成形歯車内部に発泡部分が形成されることにより、該結晶性樹脂組成物の体積収縮分が成形歯車の内部から補われ、成

形歯車表面にヒケが発生することを抑えられていると思われる。

【0036】本発明において結晶性樹脂組成物による成形歯車は、表層部には $500\mu\text{m}$ 以上の厚さである実質的に発泡していない非発泡層を有することを特徴とするが、該非発泡層の厚さが $500\mu\text{m}$ 未満である場合には、成形品表面に膨れ現象が発生する恐れがあるほか、機械的強度の低下を招く恐れがあるため好ましくない。該非発泡層の厚さは、保圧力、保圧時間により調整できる。保圧力が高いほど、また、保圧時間が長いほど、該非発泡層は厚くなる傾向にある。しかし、保圧力が高すぎる場合、保圧時間が長すぎる場合には、金型キャビティ内で結晶性樹脂組成物が冷却、固化する際に、該結晶性樹脂組成物中に溶解している二酸化炭素が、成形品内部に発泡部分を形成しにくく、成形品表面にヒケを生じる恐れがあるため好ましくない。

【0037】本発明において、見かけ比重とは成形歯車の比重であって、成形歯車全体の比重もしくは、成形歯車の発泡部分と実質的に発泡していない部分が混在している任意の部分の比重を指す。また、結晶性樹脂組成物の比重とは、樹脂ペレットの比重を指すものである。本発明による結晶性樹脂組成物による成形歯車は、内部に発泡部分を有することにより、該成形歯車の見かけ比重が、該結晶性樹脂組成物の有する比重の $95\sim99.5\%$ の範囲にあることを特徴とする。

【0038】該成形歯車の見かけ比重が、該結晶性樹脂の比重の 95% 以下であるということは、成形歯車内部において発泡部分が占める割合が大きすぎることを意味し、該成形歯車の強度低下が無視できないため、好ましくない。また、該見かけ比重が、該結晶性樹脂の比重の 99.5% を超える場合には、成形歯車内部に発泡部分が十分に形成されていないことを意味し、成形歯車表面にヒケが発生するなど、内部の発泡部分が効果的に存在していないと思われる。

【0039】本発明における結晶性樹脂組成物による成形歯車の見かけ比重が、用いられる結晶性樹脂が有する比重の $95\sim99.5\%$ の範囲であることは、成形歯車内部が適度に発泡部分が存在する、見かけ比重の範囲であると考えられ、 $96\sim99.5\%$ の範囲であることがさらに好ましく、 $98\sim99.5\%$ の範囲であることが最も好ましい。本発明において、歯車の形状は限定されるものではない。通常用いられる円盤形状を基本とした歯車のほか、ラックギア、ピニオンギアなどへの応用も可能である。

【0040】通常、樹脂による成形歯車には、強度を向上させる、樹脂充填時における流動支援効果のために、歯車中心部から歯元部へ放射状にリブを設けることが行われているが、通常の射出成形により得られる成形歯車では、ウェブ部とリブ部の境界部分が比較的肉厚になるため、熱が溜まりやすく、樹脂の固化に時間を要するほ

か、収縮が均一に進行しないため、歯車の全ピッチ誤差や真円度の低下を招くことがある。

【0041】リブの収縮による歯車精度の低下を防ぐ方法として、同心円状のリブを設け、これの連絡リブとして放射状にリブを互い違いに設けることにより、収縮を拡散させる方法が採用された例も見られた。また、従来の成形歯車は、ウェブ部、リブ部の断面形状は、歯車精度を低下させない範囲に抑えられ、ウェブ部、リブ部の寸法拡大による歯車強度の向上には限界が見られたといえる。

【0042】本発明における結晶性樹脂組成物による成形歯車に発泡部分を形成する方法は限定されるものではないが、結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させた後、金型キャビティへ充填することにより形成することが好ましい。これは、結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させた後、金型キャビティへ充填することにより、金型キャビティ内で該結晶性樹脂組成物が冷却、固化し体積収縮を起こす際に、該結晶性樹脂組成物中に溶解または吸収している二酸化炭素が、適度に発泡することにより形成されるためである。

【0043】また、結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させる量は限定されるものではないが、結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させることにより、該結晶性樹脂組成物を金型キャビティへ充填する際の流動性が向上し、充填圧の上昇を抑えることが可能となるため、溶解量または吸収量が 0.2 重量%以上であることが好ましく、 0.4 重量%以上であることがさらに好ましい。二酸化炭素の溶解量または吸収量が 0.2 重量%未満である場合には、二酸化炭素を溶解または吸収させたことによる流動性向上効果を得ることが難しく、十分な寸法精度と寸法安定性を得ることは困難となるため好ましくない。

【0044】結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させることにより、該結晶性樹脂組成物を金型キャビティへ充填する際の流動性が向上するが、これは、熔融状態の結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収した際に、二酸化炭素が可塑剤として効率よく分散すると想像される。この結果、樹脂温度を高くする必要がないので、樹脂の熱分解、劣化などの心配がないほか、金型温度を必要以上に高くする必要がないため好ましい。

【0045】一方、二酸化炭素の溶解量または吸収量が 0.2 重量%未満である場合には、二酸化炭素を溶解または吸収させたことによる流動性向上効果を得ることが難しく、十分な寸法精度と寸法安定性を得ることは困難となるため好ましくない。また、金型キャビティへ該結晶性樹脂組成物を充填する際の充填圧が低下することにより、反りなど成形後に発生する成形品の変形が、従来の成形方法と比較して少ない。これは、金型キャビティ内へ充填の際の充填圧が従来の成形方法より低いため、

成形品内に残留ひずみが残りにくい状況にあると考えられる。このことにより、熔融時の粘度が高い結晶性樹脂組成物による射出成形が容易になるほか、成形品の品質が向上する、製品デザインの自由度が増す、熔融時の粘度が高いために現在まで実現できなかった樹脂組成物による射出成形品の実現が期待できる。

【0046】本発明による成形歯車は、結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させた後に金型キャビティへ充填することにより、金型キャビティ内で結晶性樹脂組成物が冷却、固化し体積収縮する際に、該結晶性樹脂組成物中に溶解または吸収している二酸化炭素が、該成形歯車のウェブ部、リブ部など肉厚部分に適度に発泡することにより形成されると想像される。その結果、発泡部分により収縮量が減少し、樹脂の収縮は均一に進行すると思われる。このため、ウェブ部、リブ部の寸法の自由度は増すと考えられる。

【0047】結晶性樹脂組成物による成形歯車は内部に発泡部分を有することにより、より肉厚である成形歯車への熱可塑性樹脂組成物による成形歯車への応用が可能となり、製品デザインの自由度が増すことが期待できる。本発明において、結晶性樹脂組成物に対して、0.2重量%以上の二酸化炭素を溶解または吸収させることを特徴とするが、その方法としては、射出成形機の加熱筒内で熔融状態の該結晶性樹脂に混合させる方法、成形機のノズル部から熔融状態の該結晶性樹脂に混合させる方法、金型と成形機のノズルの間に二酸化炭素の供給のための設備を設け熔融状態の該結晶性樹脂に混合させる方法、予め熔融状態にある結晶性樹脂に二酸化炭素を混合した状態で樹脂ペレットを造粒し、これを用いて射出成形する方法、または予め成形機のホッパーなどの密閉容器中で樹脂ペレットに二酸化炭素を吸収させる方法などが考えられる。

【0048】二酸化炭素が本発明における結晶性樹脂組成物に均一に分散しやすいこと、短時間で0.2重量%以上溶解または吸収しやすいこと、吸収量または溶解量の調整が容易であること、成形前の段取りが煩雑でないこと、成形機ホッパー部などを耐圧構造とする必要がないことを考慮すると、射出成形機の加熱筒内、成形機のノズル部、成形機のノズル部と金型の間のいずれかの位置に、二酸化炭素供給のための設備を設けることにより、熔融状態の該結晶性樹脂組成物に二酸化炭素を溶解または吸収させる方法が好ましい。

【0049】本発明において、二酸化炭素の溶解量または吸収量の測定は、以下の方法により行うものとする。

(1) 成形直後に成形歯車の重量を測定する(M1とする)。

(2) 成形歯車を100℃に保温された熱風乾燥機中に48時間以上放置し、二酸化炭素を放散させた後、熱風乾燥機から取り出した成形歯車の重量を測定する(M2とする)。

(3) 二酸化炭素溶解量または吸収量(重量%)を、 $(M1 - M2) \div M2 \times 100$ から算出する。

【0050】本発明において結晶性樹脂組成物の射出成形方法とは、通常行われている熱可塑性樹脂の成形加工方法であって、通常用いられる射出成形法のほか、中空射出成形法、ガスアシスト成形法、ブロー成形法、射出・圧縮成形法などが含まれる。一方、本発明において充填圧とは、熔融状態の樹脂を金型キャビティへ充填する際に生じる樹脂圧を指す。具体的には、インライン式射出成形機ではスクリュ位置、プリプラ式射出成形機ではプランジャー位置が、計量位置からPV切り替え位置まで移動した際に生じる樹脂圧を指す。

【0051】通常の射出成形法では、樹脂を金型キャビティへ充填した後、さらにキャビティ内の樹脂を加圧保持する工程を有する。この工程を「保圧工程」、その圧力の程度を「保圧力」というが、本発明による結晶性樹脂組成物の射出成形方法においては、該結晶性樹脂組成物を金型キャビティへ充填した後、充填圧の30～85%に相当する圧力により、金型キャビティ内の樹脂を加圧保持することが好ましい。

【0052】本発明において、保圧力が充填圧の30%未満であると、成形品表層に形成される非発泡層の厚さが薄くなり、任意断面において発泡部分の占める割合が大きくなるため、機械的強度の低下が懸念される。また、保圧力が充填圧の85%を超えると、バリが発生する恐れがあるほか、成形品内部に発泡部分が形成されにくく、成形後にヒケ、反りが発生しやすいため好ましくない。

【0053】0.2重量%以上の二酸化炭素を溶解または吸収させた結晶性樹脂による射出成形品が、成形品表層部分に適度の厚さを持つ非発泡層を形成しつつ、成形品内部に適度な発泡部分を有するためには、その射出成形行程における保圧力の好ましい範囲は、充填圧に対して30～85%の範囲であることであり、さらに好ましくは30～80%の範囲であることであり、最も好ましくは、30～75%の範囲にあることである。

【0054】また、保圧時間は限定されるものではないが、極端に保圧時間が短い場合には、金型キャビティへ充填する以前に結晶性樹脂に溶解または吸収させた二酸化炭素が膨張することにより、成形品に膨れ現象が発生する恐れがあるため好ましくない。本発明の結晶性樹脂組成物による成形歯車の射出成形方法においては、二酸化炭素を溶解または吸収した結晶性樹脂組成物を金型キャビティへ充填する際、二酸化炭素の溶解量または吸収量が一定値以上である場合、成形歯車表面に発泡模様が発生する恐れがある。

【0055】成形品表面に発泡模様が発生することを抑えるためには、加圧ガスによって金型キャビティ内が、該結晶性樹脂組成物のフローフロントで発泡が発生しない圧力以上に調節または保持されていることが好まし

い。該加圧ガスの圧力は、成形歯車表面の発泡模様が消える最低圧力であればよい。成形サイクル中に使用するガスの量を最小限に抑え、金型キャビティのシールやガス供給装置の構造を簡略化するためにもガス圧は低い方が好ましい。ガス圧が15MPaを超えると、ガス圧により金型が開く恐れがあるほか、金型キャビティのシールが困難になるなどの問題が生じやすい。従って、金型キャビティを加圧するガスの圧力は、大気圧以上、15MPa以下であることが好ましく、さらに好ましくは1MPa以上10MPa以下である。

【0056】本発明において、二酸化炭素を溶解または吸収させた結晶性樹脂を金型キャビティへ充填する際には、該金型キャビティは大気圧以上、15MPa以下に調節または保持されていることが好ましいが、樹脂充填開始後から、少なくとも冷却工程完了までの間、好ましくは保圧工程完了までの間、さらに好ましくは保圧工程開始までの間に、金型キャビティ内の圧力を開放することが好ましい。この際、金型キャビティ内を一定圧力に調節または保持するガスは、結晶性樹脂組成物に対して不活性な各種ガスの単体あるいは混合物が使用できる。結晶性樹脂組成物への溶解度が高い二酸化炭素、炭化水素およびその一部水素をフッ素で置換したガスなどが好ましい。

【0057】以下、実施例によって本発明を具体的に説明するが、本発明は以下に限定されるものではない。射出成形に使用した樹脂は、POM・ホモポリマー（旭化成工業（株）社製「テナック 4010」）、POM・ブロックコポリマー（旭化成工業（株）社製「テナック LA541」）、POM・コポリマー（旭化成工業（株）社製「テナック-C 4520」）、PA（旭化成工業（株）社製「レオナ 1300S」）である。いずれも成形前はベレット状である。成形機は、（株）ソディックプラスチック社製「TUPARL TR50S2」を使用した。φ30ギアは図1に示した形状である。φ60ギアは図2、図3に示した形状である。射出成形時のシリンダー温度は、特に明記しない限り、POM樹脂の成形時には195℃、PA樹脂の成形時には280℃とした。金型温度は、特に明記しない限り80℃とした。

【0058】また、特に明記しない限り、射出速度は、φ30ギア成形時には30mm/sec、φ60ギア成形時には50mm/secとした。成形時の充填圧は、射出時の充填圧を成形機のモニター画面で読み取った値とした。保圧はこの充填圧の70%に相当する値とし、保圧時間は7秒、冷却時間は15秒とした。加熱処理は、80℃に温度調節された熱風乾燥機を用意し、実施した。成形歯車を成形後24時の間、温度23℃、湿度50%RH環境下に保管した後、80℃環境下に4時間放置した。加熱処理直前と、加熱処理完了から20時間後に寸法測定した。

【0059】冷熱サイクル処理は、70℃に温度調節された熱風乾燥機と、-30℃に温度調節された恒温恒湿槽を用意し、実施した。なお、恒温恒湿槽の湿度調節は行っていない。成形歯車を成形後24時の間、温度23℃、湿度50%RH環境下に保管した。70℃環境下に30分間放置、-30℃環境下に30分間放置する処理を1サイクルとし、これを10サイクル実施した。冷熱サイクル処理直前と、冷熱サイクル処理完了から20時間後に寸法測定した。

【0060】成形歯車の寸法測定箇所は特に明記していない限り、歯先円直径をマイクロメーターで測定したものである。樹脂の比重は、自動比重計（嶋津製作所（株）社製「SGM-220G-60」）を用いて測定した。歯形誤差、歯筋誤差を測定する際には、歯車測定機（大阪精密機械（株）社製「GC-1HP型」）を用いて、測定プログラムに従って測定した。

【0061】単一ピッチ誤差、累積ピッチ誤差を測定する際には、かみ合い試験機（大阪精密機械（株）社製）を用いて実施した。歯車の精度測定方法、格付けは、（社）精密工学会 成形プラスチック歯車研究専門委員会、2000年刊の「射出成形プラスチック歯車 規格集」中に記載されている「射出成形プラスチック歯車の精度標準（JSPE-MPG 0201-1997）」に従って、実施した。歯車の真円度は、真円度円筒形状測定機（（株）ミットヨ社製「ラウンドテスト RA-400」）を用いて、図3に示すφ60ギアの真円度測定位置（3）にプローブを接触させることにより測定した。

【0062】

【実施例1～3】テナック-C 4520を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解量が0.92重量%となるように、加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化炭素を溶解させた後、金型キャビティに充填することにより、図2、図3に示したφ60ギアを得た。成形歯車の内部に発泡部分を有し、かつ、歯車表層部の非発泡層の厚さが500μm以上となるように、保圧を充填圧の30%、50%、70%にそれぞれ相当する値とした。射出成形された歯車の断面を観察し、発泡部分の有無を確認、非発泡層の厚さを測定した。冷熱サイクル処理前と処理後に累積ピッチ誤差を測定し、その差から、累積ピッチ誤差の変化量を求めた。結果を表1に示す。

【0063】

【比較例1】実施例1～3と同様、テナック-C 4520を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解量が0.92重量%となるように、加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化炭素を溶解させた後、金型キャビティに充填することにより、図2、図3に示したφ60ギアを得た。成形歯車の内部に発泡層を有し、かつ、歯車表層部の非発泡層の

厚さが500 μ m以下となるように、保圧を充填圧の10%に相当する値とした。射出成形された歯車の断面を観察し、発泡部分の有無を確認、非発泡層の厚さを測定した。冷熱サイクル処理前と処理後に累積ピッチ誤差を測定し、その差から、累積ピッチ誤差の変化量を求めた。結果を表1に示す。

【0064】

【比較例2】テナック-C 4520を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に成形歯車の加熱筒に設けられたガス注入部より、加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化

炭素ガスを溶解せず、通常の射出成形と同様に行って、図2、図3に示した ϕ 60ギアを得た。射出成形された歯車の断面を観察し、発泡部分の有無を確認したが、発泡部分の存在は確認できなかった。このため、非発泡層の厚さは測定していない。冷熱サイクル処理前と処理後に累積ピッチ誤差を測定し、その差から、累積ピッチ誤差の変化量を求めた。結果を表1に示す。

【0065】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
樹脂の種類	POM樹脂 コポリマー				
サンプル名	テナック-C 4520				
二酸化炭素溶解量 (重量%)	0.92				0.00
保圧 (%)	30	50	70	10	70
発泡部分の有無	あり	あり	あり	あり	なし
非発泡層の厚さ (μ m)	530	570	650	440	—
冷熱サイクル処理前の 累積ピッチ誤差(μ m) [a]	27	25	26	44	50
冷熱サイクル処理後の 累積ピッチ誤差(μ m) [b]	35	30	29	58	68
累積ピッチ誤差の変化量 [b]-[a] (μ m)	8	5	3	14	18

【0066】

【実施例4～7】テナック 4010を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、成形歯車の見かけ比重が、樹脂の比重の99.3%、98.6%、97.9%、96.5%となるように、加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化炭素ガスを溶解させた後、射出成形を行って、図1に示した ϕ 30ギア成形歯車を得た。加熱処理前と処理後に、それぞれ成形歯車の歯先円直径を測定し、その差から歯先円直径の変化量を求めた。結果を表1に示す。

【0067】

【比較例3】実施例1～4と同様に、テナック 4010を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、成形歯車の見かけ比重が、樹脂の比重の94.3%となるように、加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化炭素ガスを溶解させた後、射出成形を行っ

て、図1に示した ϕ 30ギア成形歯車を得た。加熱処理前と処理後に、それぞれ成形歯車の歯先円直径を測定し、その差から歯先円直径の変化量を求めた。結果を表2に示す。

【0068】

【比較例4】実施例4～7、比較例3と同様に、テナック 4010を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化炭素ガスを溶解させずに、通常の射出成形と同様の行程により、図1に示した ϕ 30ギア成形歯車を得た。加熱処理前と処理後に、それぞれ成形歯車の歯先円直径を測定し、その差から歯先円直径の変化量を求めた。結果を表2に示す。

【0069】

【表2】

	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	比較例3	比較例4
樹脂の種類	POM樹脂 ホモポリマー					
サンプル名	テナック 4010					
二酸化炭素溶解量 (重量%)	1.04					
保圧 (%)	30	50	70	85	20	90
発泡部分の有無	あり	あり	あり	あり	あり	なし
非発泡層の厚さ (μm)	540	620	660	720	380	—
樹脂の比重 [A] (—)	1.42					
見かけ比重 [B] (—)	1.41	1.40	1.39	1.37	1.33	1.41
$[B]/[A] \times 100$ (%)	99.3	98.6	97.9	96.5	94.3	100.0
加熱処理前の寸法 [a] (mm)	32.048	32.044	32.038	32.030	31.988	32.016
加熱処理後の寸法 [b] (mm)	32.022	32.024	32.010	32.006	31.936	31.968
寸法変化量 [a] - [b] (μm)	26	20	28	24	52	58

【0070】

【実施例8～10】テナック LA541を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解量が0.42重量%、0.68重量%、1.52重量%となるように加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化炭素ガスを溶解させた後、金型キャビティに充填することにより、図2、3に示した $\phi 60$ ギアを得た。射出成形時の充填圧を成形機の樹脂圧測定値から読み取り、成形後、成形歯車の見かけ比重を測定した。加熱処理前と、処理後に歯型誤差を測定し、その差から、歯型誤差の変化量を求めた。結果を表3に示す。

【0071】

【比較例5】実施例5～7と同様に、テナック LA541を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解量が0.14重量%となるように加熱筒内の熔融樹脂中に二酸化炭素ガスを溶解させた後、金型キャビティに充填すること

により、図2、3に示した $\phi 60$ ギアを得た。射出成形時の充填圧を成形機の樹脂圧測定値から読み取り、成形後、成形歯車の見かけ比重を測定した。加熱処理前と、処理後に歯型誤差を測定し、その差から、歯型誤差の変化量を求めた。結果を表3に示す。

【0072】

【比較例6】実施例5～7、比較例3と同様に、テナック LA541を用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解させずに、通常の射出成形と同様の行程により、図2、図3に示した $\phi 60$ ギアを得た。射出成形時の充填圧を成形機の樹脂圧測定値から読み取り、成形後、成形歯車の見かけ比重を測定した。加熱処理前と、処理後に歯型誤差を測定し、その差から、歯型誤差の変化量を求めた。結果を表3に示す。

【0073】

【表3】

	実施例8	実施例9	実施例10	比較例5	比較例6
樹脂の種類	POM樹脂 ブロックコポリマー				
サンプル名	テナック LA541				
二酸化炭素溶解量 (重量%)	0.42	0.68	1.52	0.14	0.00
充填圧 (MPa)	112	108	98	152	158
保圧 (%)	70				
発泡部分の有無	あり	あり	あり	なし	なし
非発泡層の厚さ (μm)	680	720	720	—	—
樹脂の比重 [A] (—)	1.38				
見かけ比重 [B] (—)	1.37	1.36	1.34	1.31	1.38
$[B]/[A] \times 100$ (%)	99.3	98.6	97.1	94.9	100.0
加熱処理前の 歯型誤差 [a] (μm)	5	4	6	11	14
加熱処理後の 歯型誤差 [b] (μm)	8	7	8	22	22
歯型誤差の変化量 $[b]-[a]$ (μm)	3	3	2	11	8

【0074】

【実施例11～13】レオナ 1300Sを用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解量が0.32重量%となるように、加熱筒内の溶融樹脂中に二酸化炭素を溶解させた後、二酸化炭素ガスにより2.2、3.1、5.3MPaに圧力調整された金型キャビティに充填することにより、図2、図3に示した $\phi 60$ ギアを得た。得られた歯車の歯型誤差、歯スジ誤差を測定した。結果を表4に示す。

【0075】

【比較例7】実施例11～13と同様、レオナ 1300Sを用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解量が0.08重量%となるように、加熱筒内の溶融樹脂中に二酸化炭素を溶解させた後、圧力調整されていない金型キャビティに充填することにより、図2、図3に示した $\phi 60$ ギアを得た。得られた歯車の歯型誤差、歯スジ誤差を測定した。結果を表4に示す。

炭素を溶解させた後、3.1MPaに圧力調整された金型キャビティに充填することにより、図2、図3に示した $\phi 60$ ギアを得た。得られた歯車の歯型誤差、歯スジ誤差を測定した。結果を表4に示す。

【0076】

【比較例8】実施例11～13と同様、レオナ 1300Sを用いて、TR50S2成形機の加熱筒中央部に設けられたガス注入部より、二酸化炭素の溶解量が0.08重量%となるように、加熱筒内の溶融樹脂中に二酸化炭素を溶解させた後、圧力調整されていない金型キャビティに充填することにより、図2、図3に示した $\phi 60$ ギアを得た。得られた歯車の歯型誤差、歯スジ誤差を測定した。結果を表4に示す。

【0077】

【表4】

	実施例11	実施例12	実施例13	比較例7	比較例8
樹脂の種類	PA樹脂				
サンプル名	レオナ 1300S				
二酸化炭素溶解量 (重量%)	0.32			0.08	
金型キャビティ調整圧 (MPa)	2.2	3.1	5.3	3.1	調整なし
発泡部分の有無	あり	あり	あり	なし	あり
非発泡部分の厚さ (μm)	660	620	600	—	440
歯型誤差 (μm) 等級 [級]	5 [2]	4 [1]	4 [1]	9 [4]	12 [5]
歯スジ誤差 (μm) 等級 [級]	7 [1]	8 [2]	7 [1]	10 [3]	15 [5]

【0078】

【発明の効果】本発明は、ポリアセタール系樹脂、ポリアミド系樹脂に代表される結晶性樹脂の樹脂組成を制限

することなく、製品デザインの自由度を損なわずに、成形方法の改良によって、金型キャビティへの充填が容易であり、歯車精度を向上し、加熱処理や冷熱サイクル処

理による寸法変化量が少ない成形歯車を提供し、より肉厚である成形歯車への応用を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のφ30ギアの形状を示す。

【図 2】 本発明のφ60ギアの形状を示す。

【図 3】 本発明のφ60ギアの断面を示す。

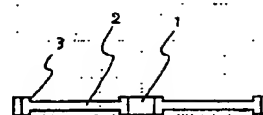
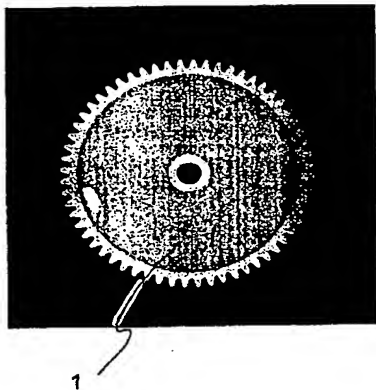
【符号の説明】

- 1 歯車
- 2 ウェブ
- 3 真円度測定位置

【図 1】

【図 2】

【図 3】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

B 2 9 L 15:00

識別記号

F I

B 2 9 L 15:00

テーマコード (参考)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.